



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 12 101.3

Anmeldetag: 19. März 2003

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zur Messung eines Füllstandes einer Flüssigkeit in einem Behälter

IPC: G 01 F, B 60 K, B 65 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Stark'.

Stark

24.09.02 Hue

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Vorrichtung zur Messung eines Füllstandes einer Flüssigkeit
in einem Behälter

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zur Messung
eines Füllstandes nach der Gattung des Hauptanspruchs.
Es ist schon eine Vorrichtung zur Messung eines Füllstandes
aus der DE 199 42 378 A1 bekannt, bei der ein
Ultraschallwandler außerhalb eines Kraftstoffbehälters nahe
20 einem Ende eines zwischen einem Behälterboden und einer
Deckenwandung vorgesehenen Schallführungskanals angeordnet
ist. Der Ultraschallwandler sendet Ultraschallwellen in den
Schallführungskanal, wobei die Ultraschallwellen an einem
Flüssigkeitsspiegel reflektiert werden. Die reflektierten
25 Ultraschallwellen werden von dem Ultraschallwandler
empfangen und in einer Auswerteeinheit ausgewertet. Aus
einer Laufzeit der Ultraschallwellen wird ein Füllstand
ermittelt. Nachteilig daran ist, dass ein niedriger
Füllstand nahe dem Behälterboden nicht mehr gemessen werden
30 kann, da die Laufzeit der ausgesendeten Ultraschallwelle bei
niedrigem Füllstand so kurz ist, daß die ausgesendete
Ultraschallwelle noch nicht abgeklungen ist bevor die
reflektierte Ultraschallwelle bereits zurückkommt. Die
Vorrichtung weist somit einen vergleichsweise hohen minimal
35 meßbaren Füllstand auf.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Messung eines Füllstandes mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß auf
5 einfache Art und Weise eine Verbesserung dahingehend erzielt wird, daß trotz der Möglichkeit der Messung auch kleinster Füllstandshöhen eine einfache Anordnung der Vorrichtung im Behälter möglich ist, da die erfindungsgemäße Vorrichtung an
10 einer in den Behälter ragenden Flüssigkeitsfördereinrichtung angeordnet ist. Dadurch müssen die Hersteller von Behältern keine Halterungen mehr für die Befestigung von Vorrichtungen zur Messung eines Füllstandes in oder an dem Behälter vorsehen. Die Montage der erfindungsgemäßen Vorrichtung an
15 der Flüssigkeitsfördereinrichtung ist wesentlich kostengünstiger und einfacher als die Montage an dem Behälter.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind
20 vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Vorrichtung zur Messung eines Füllstandes möglich.

Vorteilhaft ist es, den Schallführungs kanal und/oder den
25 Ultraschallwandler an einem Außenumfang der Flüssigkeitsfördereinrichtung anzugießen, anzukleben, anzuschweißen, anzuclipsen oder anzuschrauben, da dies besonders kostengünstige Verbindungen sind.

Besonders vorteilhaft ist, wenn der Schallführungs kanal im
30 Anschluß an den Vorlaufbereich wenigstens eine Biegung mit einer Umlenkung und wenigstens einen geraden Bereich mit einem Kanalsteigungswinkel aufweist, da auf diese Weise die Laufzeit der ausgesendeten Schallimpulse an die Geometrie
35 des jeweiligen Behälters angepaßt werden kann. Dies ist notwendig, da die heutigen Behälter sehr unterschiedlich

konstruiert sind. Aus der Laufzeit des Schallimpulses wird der Füllstand bestimmt und mittels einer in einer Auswerteeinheit gespeicherten Kennlinie auf ein Füllvolumen geschlossen. Abhängig von der Geometrie des Behälters kann
5 sich eine ungünstige große Steigung der Kennlinie ergeben. Die große Steigung der Kennlinie bedeutet eine niedrige Empfindlichkeit der Messung des Füllstandes, da eine geringe Änderung der Laufzeit des Schallimpulses eine große Änderung des Füllvolumens bedeutet. Bei einer großen Steigung der
10 Kennlinie ist ein Intervall der Laufzeit vom minimal meßbaren Füllstand bis zum maximalen Füllstand klein, so daß die Empfindlichkeit der Messung und damit die Meßgenauigkeit geringer ist. Durch Variation der Anzahl der Biegungen und der Anzahl der geraden Bereiche, des Winkels der Umlenkung
15 an der jeweiligen Biegung und durch Variation des Kanalsteigungswinkels des jeweiligen geraden Bereichs des Schallführungskanals ist es beispielsweise möglich, die Laufzeit der ausgesendeten Schallimpulse und damit die Steigung der Kennlinie so anzupassen, daß sich möglichst
20 über den gesamten Bereich des Füllvolumens eine hohe Empfindlichkeit und damit niedrige Steigung der Kennlinie ergibt. Besonders bei niedrigen Füllständen ist eine hohe Empfindlichkeit erforderlich, damit ein Fahrer eines Kraftfahrzeugs eine genaue und zuverlässige
25 Füllstandsanzeige bekommt.

Darüber hinaus vorteilhaft ist, einen Ultraschallwandler einzusetzen, der Sender und Empfänger und damit besonders
kostengünstig ist und die Vorrichtung vereinfacht.

30 Vorteilhaft ist, wenn der Schallführungskanal wenigstens eine Referenzreflektionsfläche aufweist, da auf diese Weise Störeinflüsse, wie beispielsweise die Schallgeschwindigkeit und damit die Laufzeit der
35 Schallimpulse beeinflussende Temperatur der Flüssigkeit,

nachträglich in einer Auswerteeinheit kompensiert werden können.

Desweiteren vorteilhaft ist es, wenn der Schallführungs-
kanal wenigstens zwei Öffnungen aufweist, damit Flüssigkeit in den
Schallführungs-
kanal einströmen und sich der gleiche
Füllstand wie in dem Behälter einstellen kann. Durch diese
Öffnungen ist ein Druckausgleich zwischen dem
Schallführungs-
kanal und dem Behälter sichergestellt.

Vorteilhaft ist, wenn der an der Flüssigkeitsförder-
einrichtung vorgesehene Schallführungs-
kanal an seinem oberen
Ende einen flexiblen Abschnitt aufweist, damit er sich in
der Länge an den veränderlichen Abstand zwischen einer
Deckenwandung und einem Behälterboden des Behälters anpassen
kann.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung
vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden
Beschreibung näher erläutert. Fig.1 zeigt eine
Flüssigkeitsförder-
einrichtung mit einer erfindungsgemäßen
Vorrichtung zur Messung eines Füllstandes in einem Behälter
eines Kraftfahrzeugs, Fig.2 eine Flüssigkeits-
förder-
einrichtung mit einer weiteren erfindungsgemäßen
Vorrichtung mit einem mehrere Biegungen aufweisenden
Schallführungs-
kanal und Fig.3 eine Kennlinie, die das
Füllvolumen des Behälters als Funktion der Laufzeit
darstellt.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig.1 zeigt eine Flüssigkeitsförder-
einrichtung, beispielsweise eine Kraftstoffförder-
einrichtung, mit einer
erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Messung eines Füllstandes

in einem Behälter, beispielsweise einem Kraftstoffbehälter eines Kraftfahrzeugs.

Die Vorrichtung kann den Füllstand und das Füllvolumen des Kraftstoffs in dem Kraftstoffbehälter messen.

5

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus einem Schallführungs kanal 2 und einem Ultraschallwandler 3. Der Schallführungs kanal 2 und der Ultraschallwandler 3 sind an einer Flüssigkeitsfördereinrichtung 6, beispielsweise einer Kraftstofffördereinrichtung 6, angeordnet, die in einen Behälter 1, beispielsweise in einen Kraftstoffbehälter 1, eingesetzt ist.

10

Die Kraftstofffördereinrichtung 6 weist wenigstens eine Kraftstoffpumpe auf, beispielsweise eine Elektrokraftstoffpumpe. Sie kann aber auch weitere Komponenten, wie beispielsweise Filterelemente, Druckregler und Rückschlagventile enthalten.

15

Eine Kraftstofffördereinrichtung ist beispielsweise in der DE 44 35 508 A1 und in der DE 196 17 496 C2 veröffentlicht, wobei die Inhalte dieser Anmeldungen ausdrücklich Teil der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung sein sollen.

20

In dem Kraftstoffbehälter 1 befindet sich als Flüssigkeit Kraftstoff bis zu einem Füllstand 4. Der Kraftstoff in dem Kraftstoffbehälter 1 hat ein Füllvolumen V. Auf der Höhe des Füllstands 4 befindet sich der Kraftstoffspiegel 5 als Grenzfläche zwischen Kraftstoff und einem darüber liegenden Leervolumen 8, das mit einem Gasgemisch beispielsweise bestehend aus Luft und verflüchtigtem Kraftstoff ausgefüllt ist. Der Kraftstoffbehälter 1 kann eine beliebige Form haben und beispielsweise als Satteltank oder Mehrkammertank ausgebildet sein.

25

30

Der Ultraschallwandler 3 ist an einem unteren Ende 7 der Kraftstofffördereinrichtung 6 an einem Außenumfang angeordnet. Der Ultraschallwandler 3 ist beispielsweise an

35

der Außenwand der Kraftstoffförderereinrichtung 6 angegossen, angeklebt, angeclipst, angeschweißt oder angeschraubt. An den Ultraschallwandler 3 schließt sich ein Vorlaufbereich 11 des Schallführungskanals 2 unmittelbar an. Der
5 Schallführungskanal 2 ist an dem Ultraschallwandler 3 beispielsweise angegossen, angeklebt, angeclipst oder angeschweißt.

Der Schallführungskanal 2 verläuft von dem
10 Ultraschallwandler 3 ausgehend in dem Vorlaufbereich 11 beispielsweise geradlinig in gleicher horizontaler Richtung wie ein Behälterboden 12 des Kraftstoffbehälters 1. Der Vorlaufbereich 11 kann aber auch geschlungen mit Biegungen oder schräg mit einer Steigung vorgesehen sein. Der
15 Schallführungskanal 2 weist an den Vorlaufbereich 11 anschließend einen Meßrohrbereich 16 auf. Der Meßrohrbereich 16 weist an den Vorlaufbereich 11 anschließend eine erste Biegung 15 mit einem Biegeradius 14 und einer Umlenkung 13 auf. Die Umlenkung 13 beträgt beispielsweise neunzig Grad,
20 kann aber auch kleiner oder größer neunzig Grad betragen. Unter der Umlenkung 13 wird im Folgenden immer ein Winkel verstanden. An die erste Biegung 15 des Meßrohrbereichs 16 anschließend verläuft der Meßrohrbereich 16 beispielsweise geradlinig in Richtung einer Deckenwandung 9 des
25 Kraftstoffbehälters 1. Der Meßrohrbereich 16 kann neben der ersten Biegung 15 mit beliebig vielen weiteren Biegungen 27 (Fig.2) versehen sein.

Nahe an den zwei Enden des Schallführungskanals 2 ist
30 jeweils eine Öffnung 17 in der Wandung des Schallführungskanals 2 angeordnet. Es kann aber auch eine Vielzahl von Öffnungen 17 vorgesehen sein, die über die gesamte Länge des Schallführungskanals 2 verteilt angeordnet sind und gleichzeitig als Filter wirken und keine
35 Verunreinigungen in den Schallführungskanal 2 einströmen lassen. Die Öffnungen 17 können beispielsweise rund, oval,

rechteckig oder vieleckig sein. In dem Schallführungs-
kanal 2 befindet sich Kraftstoff bis zu einem Füllstand 4.1. Auf der
Höhe des Füllstands 4.1 befindet sich im Schallführungs-
kanal 2 der Kraftstoffspiegel 5.1 als Grenzfläche zwischen
5 Kraftstoff und einem darüber liegenden Leervolumen 8.1, das
mit einem Gasgemisch beispielsweise bestehend aus Luft und
verflüchtigtem Kraftstoff ausgefüllt ist.

Der Schallführungs-
kanal 2 bestehend aus Vorlaufbereich 11
10 und Meßrohrbereich 16 ist beispielsweise einteilig
ausgeführt und beispielsweise aus Kunststoff hergestellt,
kann aber auch aus Metall sein.

Der Ultraschallwandler 3 soll möglichst nahe an der
15 Innenseite des Behälterbodens 12 liegen.

Innerhalb des Schallführungs-
kanals 2 ist eine
Referenzreflektionsfläche 19 vorgesehen, die beispielsweise
eben ist und quer teilweise in den Schallführungs-
kanal 2 hineinragt. Die Referenzreflektionsfläche 19 kann aber auch
20 uneben sein und in beliebiger Richtung teilweise in den
Schallführungs-
kanal 2 hineinragen. Sie ist beispielsweise
einteilig mit dem Schallführungs-
kanal 2 verbunden. Die
Referenzreflektionsfläche 19 kann beispielsweise auch ein in
den Schallführungs-
kanal 2 hineinragender und als Öffnung 17
25 dienender Kanal sein, der einen Schallimpuls reflektiert. Es
können auch mehrere Referenzreflektionsflächen 19 im
Schallführungs-
kanal 2, sowohl im Vorlaufbereich 11 als auch
im Meßrohrbereich 16, angeordnet sein.

Durch die Öffnungen 17 kann Kraftstoff in den
30 Schallführungs-
kanal 2 hinein bzw. aus dem Schallführungs-
kanal 2 heraus strömen. Dies geschieht, sobald der Füllstand
4 und der Füllstand 4.1 unterschiedlich hoch sind. Ist der
Füllstand 4 höher als der Füllstand 4.1, beispielsweise nach
einem Betanken des Kraftstoffbehälters 1, strömt Kraftstoff
35 durch die unterhalb des Kraftstoffspiegels 5 liegenden
Öffnungen 17 in den Schallführungs-
kanal 2. Ist der Füllstand

4.1 höher als der Füllstand 4, beispielsweise durch den Verbrauch an Kraftstoff durch eine Brennkraftmaschine, strömt umgekehrt Kraftstoff aus dem Schallführungs-
kanal 2 in den Kraftstoffbehälter 1. Durch den Kraftstoff-
austausch zwischen dem Kraftstoffbehälter 1 und dem
Schallführungs-
kanal 2 stellt sich aber immer nach einer gewissen Zeit ein Gleichgewicht mit gleich hohen Füllständen 4 und 4.1 ein, solange der Füllstand 4 oberhalb der in Bezug zum Behälterboden 12 untersten Öffnung 17 liegt. Der in den
Schallführungs-
kanal 2 einfließende Kraftstoff verdrängt mit seinem Volumen Gas, das durch die Öffnungen 17, die oberhalb des Kraftstoffspiegels 5 liegen, aus dem Schallführungs-
kanal 2 in den Kraftstoffbehälter 1 ausströmt. Umgekehrt strömt auch Gas durch die oberhalb des Kraftstoffspiegels 5
liegenden Öffnungen 17 in den Schallführungs-
kanal 2 ein, wenn Kraftstoff aus dem Schallführungs-
kanal 2 ausströmt. Durch die Öffnungen 17 erfolgt somit ein Druckausgleich zwischen Kraftstoffbehälter 1 und Schallführungs-
kanal 2 sowohl in Bezug auf den flüssigen Kraftstoff als auch auf das Gas.
Sinkt der Kraftstoffspiegel 5 unter die in Bezug zum Behälterboden 12 unterste Öffnung 17, kann kein Kraftstoff mehr in den Schallführungs-
kanal 2 einfließen. Der Schallführungs-
kanal 2 verringert bzw. dämpft die durch Schwappbewegungen hervorgerufenen Änderungen des Füllstands 4.1, da sich der Füllstand 4.1 durch Kraftstoff-
austausch zwischen dem Kraftstoffbehälter 1 und dem Schallführungs-
kanal 2 mittels der Öffnungen 17 dem Füllstand 4 erst zeitverzögert und allmählich anpaßt. Auf diese Weise wird erreicht, daß das gemessene Füllvolumen V des Kraftstoffes durch Schwappbewegungen im Kraftstoffbehälter 1, die beispielsweise bei Kurvenfahrten oder bei Beschleunigung eines Kraftfahrzeugs auftreten können, weniger stark verfälscht wird als bei herkömmlichen Vorrichtungen.

Der Ultraschallwandler 3 ist beispielsweise ein Impuls-Echo-Sensor, der getaktet kurze Schallimpulse erzeugt und aussendet und eine Laufzeit t zwischen dem Zeitpunkt des Aussendens des Impulses und dem Zeitpunkt des Wiederkehrens des reflektierten Schallimpulses, des sogenannten Echos, mißt. Es kann aber auch ein anderer Sensor eingesetzt werden, der beispielsweise kontinuierlich Schallwellen erzeugt und aussendet, wobei hier nicht die Laufzeit t ermittelt, sondern eine Phasenverschiebung zwischen den ausgesendeten und reflektierten Schallwellen gemessen wird. Der Ultraschallwandler 3 ist beispielsweise gleichzeitig Sender und Empfänger. Es kann aber auch ein Ultraschallwandler eingesetzt werden, bei dem Sender und Empfänger räumlich getrennt sind.

Der von dem Ultraschallwandler 3 erzeugte Schallimpuls mit einer vorbestimmten Intensität überträgt sich hauptsächlich auf den Kraftstoff in dem Schallführungs kanal 2. Der Schallimpuls breitet sich in dem Kraftstoff mit einer Schallgeschwindigkeit in der Richtung des Schallführungs kanals 2 aus, wird geleitet durch die Kanalwandung 22 des Schallführungs kanals 2, trifft schließlich auf den Kraftstoffspiegel 5.1 und wird dort reflektiert. Der reflektierte Schallimpuls bewegt sich nun mit Schallgeschwindigkeit in Richtung des Schallführungs kanals 2 in entgegengesetzter Richtung zurück zum Ultraschallwandler 3, der den reflektierten Schallimpuls detektiert und die Laufzeit t des Schallimpulses registriert.

Wichtig ist, daß die Laufzeit t des Schallimpulses nicht zu kurz ist und der reflektierte Schallimpuls schon nach zu kurzer Zeit wieder am Ultraschallwandler 3 ankommt, da dann der Ultraschallwandler 3 mit seiner charakteristischen Ausschwingdauer noch von dem zuletzt erzeugten Schallimpuls ausschwingt und noch nicht für die Detektion des Echos

5 bereit ist. Um die Laufzeit aber gerade bei niedrigen
Füllständen 4 zu verlängern, ist bei dem Schallführungs kanal
2 der horizontal bzw. waagerecht verlaufende Vorlaufbereich
11 vorgesehen, der den Weg des Schallimpulses bis zu dem
Kraftstoffspiegel 5.1 verlängert. Durch den Vorlaufbereich
11 reicht die Laufzeit t aus, die ein Schallimpuls für das
Durchlaufen des Schallführungs kanals 2 bis zu einem
minimalen Füllstand 4, der gerade noch meßbar ist, und
zurück zum Ultraschallwandler 3 benötigt, um den erzeugten
10 ausschwingenden Schallimpuls von seinem replektierten
Schallimpuls, seinem Echo, sicher zu trennen. Die Länge des
Vorlaufbereichs 11 hängt also von einer Mindestlaufzeit ab,
die der Ultraschallwandler 3 zum Ausschwingen benötigt, um
anschließend sicher den reflektierten Schallimpuls zu
15 detektieren.

Die Laufzeit t des Schallimpulses darf auch nicht zu lang
sein, da die Intensität des Schallimpulses mit steigender
Laufzeit abnimmt. Ist die Intensität des Schallimpulses zu
20 gering, kann der Ultraschallwandler 3 den reflektierten
Schallimpuls nicht mehr detektieren.

Der ausgesendete Schallimpuls wird sowohl an der
Kanalwandung der ersten Biegung 15 als auch an eventuell
25 weiteren Biegungen reflektiert. Der Biegeradius,
beispielsweise der Biegeradius 14, muß dabei ausreichend
groß sein, damit der Schallimpuls in Richtung
Flüssigkeitsspiegel 5.1 reflektiert wird und sich weiter in
diese Richtung bewegt. Der Biegeradius 14 der ersten Biegung
30 15 darf nicht zu klein sein, um die Leitung der
Schallimpulse in Richtung Kraftstoffspiegel 5.1 nicht
negativ zu beeinträchtigen. Ein zu kleiner Biegeradius 14
führt zu einer zumindest teilweisen Reflektion des
Schallimpulses an der Kanalwandung 22 zurück in Richtung
35 Ultraschallwandler 3, so daß ein unerwünschtes zusätzliches
Echo auftritt und der am Kraftstoffspiegel 5.1 reflektierte

Schallimpuls zumindest sehr schwach ausfällt. Das zusätzliche Echo würde zu einer fehlerhaften Laufzeitmessung führen.

5 Über das Produkt aus Schallgeschwindigkeit und Laufzeit wird der Füllstand 4 bestimmt. Mittels einer in einer Auswerteeinheit 23 gespeicherten Kennlinie 24 wird auf das Füllvolumen V geschlossen.

10 Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann mittels des Ultraschallwandlers 3 das Füllvolumen V des Kraftstoffbehälters 1 bis zu einem minimalen Füllstand 4 messen. Der minimale Füllstand 4 hängt davon ab, wie nah der Schallführungs kanal 2 an der Innenseite des Behälterbodens
15 12 angeordnet ist, hängt außerdem ab von der Größe des Querschnitts des Schallführungs kanals 2 und von der Lage der in Bezug auf den Behälterboden 12 untersten Öffnung 17, da die Laufzeit erst sicher gemessen werden kann, sobald der Vorlaufbereich 11 zumindest teilweise mit Kraftstoff gefüllt
20 ist. Je höher der Schallführungs kanal 2 in Bezug auf den Behälterboden 12 liegt, je höher die in Bezug auf den Behälterboden 12 unterste Öffnung 17 liegt und je größer der Querschnitt des Schallführungs kanals 2 ist, desto höher muß der Kraftstoffspiegel 5 steigen, bevor der Kraftstoff über die in Bezug auf den Behälterboden 12 unterste Öffnung 17 in den Schallführungs kanals 2 einströmen kann und bevor der minimale Füllstand 4 erreicht ist. Unterhalb des minimalen Füllstands 4 kann kein Füllvolumen V gemessen werden. Es versteht sich, daß der minimale Füllstand 4, ab dem ein
30 Füllvolumen V gemessen werden kann, so klein wie möglich sein sollte. Daher muß der Schallführungs kanal 2 so nah wie möglich an dem Behälterboden 12 angeordnet werden und daher ist der Querschnitt des Schallführungs kanals 2 entsprechend klein zu wählen.

Der Querschnitt des Schallführungskanals 2 ist vorzugsweise so klein zu wählen, daß der Kraftstoffspiegel 5.1 aufgrund einer Oberflächenspannung des Kraftstoffs eine Kalottenform ausbildet. Auf diese Weise wird erreicht, daß der Kraftstoffspiegel 5.1 keine schräge Neigung annimmt. Sollte der Kraftstoffspiegel 5 des Kraftstoffbehälters 1 beispielsweise bei einer Bergauffahrt oder Bergabfahrt schräg, d.h. nicht parallel zu dem Behälterboden 12, verlaufen, behält der Kraftstoffspiegel 5.1 in dem Schallführungskanal 2 weiterhin seine Kalottenform bei und die Messung der Laufzeit t wird nicht durch einen geneigten Kraftstoffspiegel 5.1 verhindert.

Die Referenzreflektionsfläche 19 dient dazu, die die Messung des Füllvolumens V beeinträchtigenden Einflüsse, sogenannte Störeinflüsse, beispielsweise die Temperatur und der Druck des Kraftstoffs, zu vermindern bzw. zu kompensieren. Der Schallimpuls, der an der Referenzreflektionsfläche 19 reflektiert wird, wird als Referenzecho bezeichnet. Die Laufzeit des Referenzechos ist bekannt, da sie einmal bei einer bestimmten Temperatur und einem bestimmten Druck gemessen worden ist, und ist beispielsweise in der Auswerteeinheit 23 gespeichert. Auch eine von einem Schallimpuls zurückzulegende Entfernung zwischen der Referenzreflektionsfläche 19 und dem Ultraschallwandler 3 ist bekannt und beispielsweise in der Auswerteeinheit 23 gespeichert. Die Laufzeit der Schallimpulse ist abhängig von der Schallgeschwindigkeit im Kraftstoff. Die Schallgeschwindigkeit im Kraftstoff ist abhängig von der Temperatur und vom Druck des Kraftstoffs. Durch den Vergleich der in der Auswerteeinheit 23 gespeicherten Laufzeit eines Referenzechos mit der während einer Füllstandsmessung gemessenen Laufzeit eines Referenzechos können Störeinflüsse, wie beispielsweise eine Änderung der Temperatur, des Druckes oder der Dichte des Kraftstoffes, von der Auswerteeinheit 23 nachträglich herausgerechnet

werden, so daß eine auf diese Weise korrigierte Messung des Füllvolumens nahezu unabhängig von Temperatur und Druck ist.

5 Da der Abstand zwischen der Deckenwandung 9 und dem
Behälterboden 12 des Kraftstoffbehälters 1 unterschiedlich
sein kann, ist an dem oberen Ende des Schallführungskanals
2 ein flexibler Abschnitt 39 vorgesehen, beispielsweise ein
flexibler Schlauch. Der flexible Abschnitt 39 ist in der
10 Länge dehnbar und kann einen unterschiedlichen Abstand
zwischen der Deckenwandung 9 und dem Behälterboden 12
ausgleichen. Das obere Ende des Schallführungskanals 2 ist
an einem Deckel 40 der Kraftstofffördereinrichtung 6
befestigt.

15 Durch die Integration von Schallführungskanal 2 und
Ultraschallwandler 3 in die Kraftstofffördereinrichtung 6
wird die Montage der Vorrichtung zur Messung eines
Füllstandes deutlich vereinfacht, da die Vorrichtung
zusammen mit der Kraftstofffördereinrichtung 6 in den
20 Kraftstoffbehälter 1 eingebaut wird. Die Hersteller von
Kraftstoffbehältern müssen keine Halterungen mehr für die
Befestigung von Vorrichtungen zur Messung eines Füllstandes
in oder an dem Kraftstoffbehälter vorsehen.

25 Bei der Vorrichtung nach Fig.2 sind die gegenüber der
Vorrichtung nach Fig.1 gleichbleibenden oder gleichwirkenden
Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Fig.2 zeigt eine Ansicht der Kraftstofffördereinrichtung 6
30 mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Füllstandsmessung
mit einem mehrere Biegungen aufweisenden
Schallführungskanal. Die Vorrichtung nach Fig.2
unterscheidet sich von der Vorrichtung nach Fig.1 darin, daß
der Meßrohrbereich 16 neben der ersten Biegung 15 wenigstens
35 eine weitere Biegung 27 mit einem Biegeradius 28 und einer
vom Ultraschallwandler 3 wegweisenden Umlenkung 13.1

aufweist. Auch der Biegeradius 28 der weiteren Biegung 27 darf nicht zu klein sein, um die Leitung der Schallimpulse in Richtung Kraftstoffspiegel 5.1 nicht negativ zu beeinträchtigen. Die Umlenkung 13.1 ist beliebig, solange die Kanalsteigung positiv ist und der Schallführungs kanal 2 in Richtung Deckenwandung 9 verläuft. Ein zu kleiner Biegeradius 28 führt zu einer zumindest teilweisen Reflektion des Schallimpulses an der Kanalwandung 22, so daß ein unerwünschtes zusätzliches Echo auftritt und der am Kraftstoffspiegel 5.1 reflektierte Schallimpuls zumindest sehr schwach ausfällt. Der Meßrohrbereich 16 kann neben der ersten Biegung 15 mit beliebig vielen weiteren Biegungen 27 versehen sein. Vor und nach einer weiteren Biegung 27 kann jeweils ein mit einer Kanalsteigung geradlinig verlaufender Bereich 29 angeordnet sein. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Durch die weitere Biegung 27 ist die Kanalsteigung zweier benachbarter geradlinig verlaufender Bereiche 29 voneinander abweichend.

Fig.3 zeigt die Kennlinie 24 der erfindungsgemäßen Vorrichtung, dargestellt mit dem Füllvolumen V auf der Ordinate und der Laufzeit t auf der Abszisse. Die Kennlinie 24 stellt das Füllvolumen V als Funktion der Laufzeit t dar. Die Kennlinie 24 wird experimentell ermittelt, indem für bekannte und im Kraftstofftank befindliche Füllvolumen V die entsprechende Laufzeit t gemessen wird. Dabei ergibt sich ein Laufzeitintervall 33, das sämtliche Laufzeiten t vom minimal meßbaren Füllvolumen 34 bis zum maximalen Füllvolumen 35 des Kraftstoffbehälters 1 enthält. Die Kennlinie 24 wird dann beispielsweise mittels mehrerer Stützpunkte 31 in der Auswerteeinheit 23 gespeichert, so daß für jede Laufzeit t ein zugehöriges Füllvolumen V berechnet werden kann. Die Steigung der Kennlinie 24 entspricht einer Empfindlichkeit der Messung. Eine niedrige Steigung der Kennlinie 24 bedeutet eine hohe Empfindlichkeit, da eine kleine Änderung des Füllvolumens V

bereits eine hohe Änderung der Laufzeit t bewirkt. Eine niedrige Kanalsteigung des Schallführungskanals 2 führt durch lange Laufzeiten t auch zu einer niedrigen Steigung der Kennlinie 24 und damit zu einer hohen Empfindlichkeit. Je größer das Laufzeitintervall 33 für ein fixes Füllvolumen V ist, desto flacher ist die Steigung der Kennlinie und desto höher ist eine Auflösung und die Empfindlichkeit des Meßwertes bezüglich des Füllstandes.

Da dem Fahrer des Kraftfahrzeuges bei niedrigem Füllstand 4 eine sehr genaue Information über den Füllstand im Kraftstoffbehälter zur Verfügung gestellt werden soll, muß die Kennlinie 24 bei kleinen Füllvolumen V und kurzen Laufzeiten t in einem Restmengenbereich 32 eine hohe Empfindlichkeit und daher eine niedrige Steigung aufweisen.

Der Schallführungskanal 2 hat daher nahe dem Behälterboden 12 eine niedrige Kanalsteigung.

Durch die Variation der Anzahl der Biegungen 27 und/oder der Anzahl der geraden Bereiche 29 und/oder der Kanalsteigung der geraden Bereiche 29 des Meßrohrbereiches 16 und/oder der Umlenkung 13 und 13.1 kann somit die Empfindlichkeit der Vorrichtung zur Messung des Füllstands über den gesamten Bereich des Füllvolumens V an die jeweilige Form oder Geometrie des Kraftstoffbehälters 1 angepaßt werden.

24.09.02 Hue

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

20

25

30

35

1. Vorrichtung zur Messung eines Füllstandes einer Flüssigkeit in einem Behälter mit einem Behälterboden, insbesondere in einem Kraftstoffbehälter eines Kraftfahrzeugs, mit einem in dem Behälter angeordneten Schallführungs kanal und mit wenigstens einem nahe einem Ende des Schallführungs kanals angeordneten Ultraschallwandler zur Erzeugung von Ultraschallimpulsen und zum Empfangen der im Bereich eines Flüssigkeitsspiegels im Behälter reflektierten Ultraschallimpulse, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung in dem Behälter (1) an einem Außenumfang einer Flüssigkeitsfördereinrichtung (18) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schallführungs kanal (2) und/oder der Ultraschallwandler (3) an dem Außenumfang der Flüssigkeitsfördereinrichtung (18) angegossen, angeklebt, angeschweißt, angeclipst oder angeschraubt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schallführungs kanal (2) einen waagerechten oder schrägen und nahe dem Behälterboden (12) angeordneten Vorlaufbereich (11) aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorlaufbereich (11) geradlinig oder geschlungen ist.
- 5 5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schallführungs kanal (2) wenigstens eine Biegung (15) mit je einer Umlenkung (13) und/oder wenigstens einen geraden Bereich (29) mit einem Kanalsteigungswinkel aufweist.
- 10 6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schallführungs kanal (2) wenigstens eine Referenzreflektionsfläche (19) aufweist.
- 15 7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schallführungs kanal (2) wenigstens zwei Öffnungen (17) aufweist.
- 20 8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schallführungs kanal (2) einen flexiblen Abschnitt (39) aufweist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ultraschallwandler (3) gleichzeitig Sender und Empfänger ist.

24.09.02 Hue

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Vorrichtung zur Messung eines Füllstandes einer Flüssigkeit
in einem Behälter

15 Zusammenfassung

Bekannte Vorrichtungen zur Messung eines Füllstandes einer Flüssigkeit in einem Behälter messen den Füllstand mittels eines Ultraschallwandlers, wobei ein niedriger Füllstand
20 nahe einem Behälterboden nicht oder nur ungenau gemessen werden kann, da die Laufzeit des ausgesendeten Schallimpulses bei niedrigem Füllstand so kurz ist, daß der ausgesendete Schallimpuls noch nicht abgeklungen ist, bevor das Echo bereits zurückkommt. Der ausgesendete Schallimpuls
2 überschneidet sich dann mit dem Echo, so daß die tatsächliche Laufzeit des Schallimpulses nicht exakt ermittelt werden kann.

Die Montage der erfindungsgemäßen Vorrichtung in dem Behälter wird vereinfacht, indem ein Schallführungs kanal (2)
30 und ein Ultraschallwandler (3) an einer Flüssigkeitsfördereinrichtung (6) vorgesehen ist.

(Fig.1)

Fig. 1

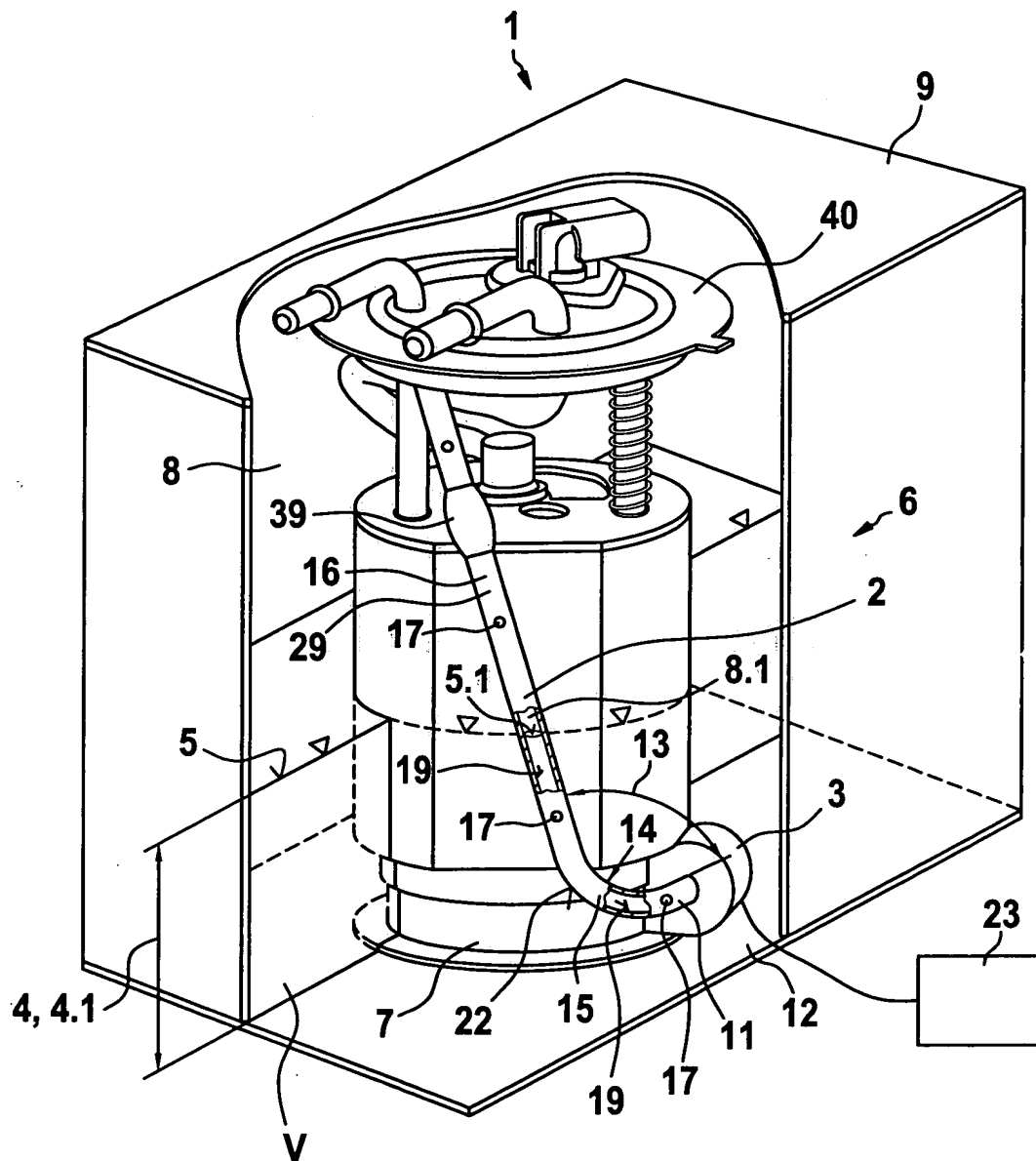


Fig. 2

